

## II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Ubi Jalar Ungu

Ubi jalar ungu merupakan salah satu jenis ubi jalar yang memiliki warna ungu pekat. Ubi jalar ungu menjadi sumber vitamin C dan betakaroten (provitamin A) yang sangat baik. Kandungan betakarotennya lebih tinggi dibandingkan ubi jalar kuning. Selain vitamin C, betakaroten, dan vitamin A komponen yang terpenting adalah kandungan antosianin (Widjanarko, 2008). Berdasarkan hasil penelitian Kobori (2003) tentang pigmen antosianin dan pengaruhnya dalam penyembuhan penyakit kanker menunjukkan bahwa ekstrak ubi jalar ungu berpengaruh terhadap penekanan pertumbuhan HL60 sel leukemia pada manusia hingga mencapai 35-55% dibanding kontrol.

Kandungan antosianin yang tinggi pada ubi jalar ungu dan stabilitas yang tinggi dibanding antosianin dari sumber lain, membuat tanaman ini sebagai pilihan yang lebih sehat dan sebagai alternatif pewarna alami (Kumalaningsih, 2008). Beberapa industri pewarna dan minuman berkarbonat menggunakan ubi jalar

ungu sebagai bahan baku penghasil antosianin (Kumalaningsih, 2008).

Kandungan kimia ubi jalar ungu disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan kimia dan karakter fisik ubi jalar ungu varietas Ayamurasaki

<b>Sifat Kimia dan Fisik</b>	<b>Jumlah</b>
Kadar air (%bb)	67.77
Kadar abu (%bk)	3.28
Kadar pati (%bk)	55.27
Gula reduksi (%bk)	1.79
Kadar lemak (%bk)	0.43
Kadar antosianin (mg/100g)	923.65
Aktivitas antioksidan(%)	61.24

Sumber : Widjanarko (2008)

Ubi jalar ungu memiliki kandungan serat pangan (*dietary fiber*), mineral, vitamin dan antioksidan yang cukup tinggi. Serat pangan merupakan polisakarida yang tidak tercerna dan diserap dalam usus halus sehingga akan terfermentasi dalam usus besar (Martiningsih dan Suyanti, 2011). Karbohidrat merupakan komponen dominan pada ubi jalar, yaitu sebesar 16-35% per basis basah atau 80-90% per basis kering. Kandungan dan komposisi karbohidrat beragam antar varietas (Palmer, 1982).

### **2.1.1 Tepung Ubi Jalar Ungu**

Pemberdayaan tepung ubi jalar sebagai bahan substitusi terigu untuk bahan baku industri pengolahan pangan dapat meningkatkan peran komoditas ubi jalar dalam peningkatan perekonomian negara Indonesia. Selain memperpanjang umur simpan, pembuatan ubi jalar ungu menjadi tepung ubi jalar ungu dapat mempermudah penggunaan serta meningkatkan nilai guna dan nilai jual dari ubi jalar ungu.

Tahap pengolahan tepung secara sederhana dapat dilakukan dengan pengepresan, pengeringan dan penggilingan (Iriani dan Meinarti, 1996). Peralatan utama yang dimanfaatkan pada proses tersebut yaitu alat pembuat sawut atau chip, dan alat penepung, dapat digunakan alat manual dan mekanis (Heriyanto dan Winarto, 1999). Pengolahan yang kurang tepat akan membuat warna ungu menjadi kusam, hal ini terjadi karena terjadi reaksi secara enzimatik. Hal tersebut dapat dicegah dengan mengukus ubi jalar ungu sebelum dikeringkan sehingga enzim fenolase menjadi rusak sehingga pencoklatan dapat dihambat (Richana, 2012).

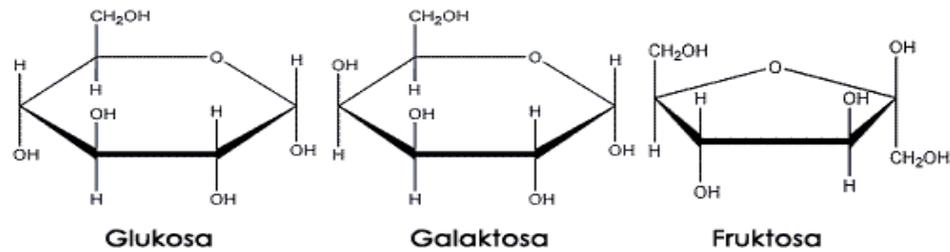
## **2.2 Karbohidrat**

Karbohidrat merupakan sumber kalori utama bagi hampir seluruh populasi dunia yaitu sebesar 4 kal per 1 gram. Sebagian besar kebutuhan karbohidrat diperoleh

dari tumbuhan. Karbohidrat merupakan makromolekul organik yang tersusun terutama oleh tiga unsur karbon (C), hydrogen (H) dan oksigen (O) dengan rumus  $(\text{CH}_2\text{O})_n$ . Secara umum terdapat empat jenis karbohidrat yaitu monosakarida, disakarida, oligosakarida dan polisakarida (Belitz dan Grosch, 1999). Monosakarida atau gula sederhana memiliki satu unit aldehida atau keton. Golongan ini juga mempunyai sedikitnya satu atom karbon asimetrik, dan karenanya terdapat dalam bentuk stereoisomer. Ribose, glukosa, fruktosa merupakan monosakarida yang paling banyak terdapat di alam. Gula sederhana dengan 5 atau lebih atom karbon dapat berada dalam bentuk cincin-tertutup hemiasetal, sebagai furanosa (cincin beranggota-lima) atau piranosa (cincin beranggota-enam). Furanosa dan piranosa terdapat dalam proses mutarotasi. Gula yang dapat mereduksi senyawa oksidator disebut gula pereduksi (Lehninger, 1997).

Disakarida tersusun dari 2 molekul gula sederhana yang dihubungkan oleh ikatan glikosidik yang terbentuk dari kondensasi dua gugus hidroksil masing-masing setiap molekul monosakarida pembentuknya. Contoh dari disakarida yang terpenting yaitu sukrosa atau gula meja (Rimbawan dan Siagian, 2004). Oligosakarida merupakan bagian karbohidrat yang terdiri dari 3 sampai 10 monosakarida. Polisakarida terdiri dari 10 hingga ribuan sakarida. Beberapa jenis polisakarida yaitu pati (amilum) dan selulosa. Pati merupakan salah satu jenis polisakarida yang terdapat banyak di alam, yaitu pada sebagian besar

tumbuhan. Pati banyak terdapat pada umbi, daun, batang dan biji-bijian. Struktur molekul glukosa, galaktosa dan fruktosa disajikan pada Gambar 1.

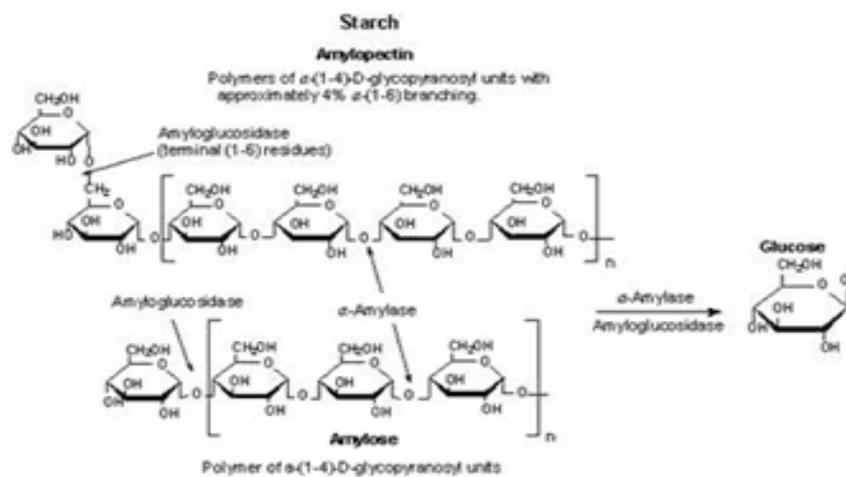


Gambar 1. Struktur molekul glukosa, galaktosa dan fruktosa

Kandungan karbohidrat ubi jalar ungu yang tinggi dijadikan sebagai sumber kalori. Selain itu kandungan ubi jalar ungu termasuk ke dalam golongan *low glycemic index* yaitu merupakan jenis karbohidrat yang apabila dikonsumsi tidak akan meningkatkan kadar gula darah dalam tubuh secara drastis (Ginting *et al.*, 2011). Hal tersebut sangat berbeda dengan karbohidrat yang terdapat pada beras dan jagung memiliki *glycemic index* yang tinggi, sehingga ubi jalar ungu baik dikonsumsi oleh para penderita diabetes (Martiningsih dan Suyanti, 2011). Secara spesifik nilai IG ubi jalar ungu belum tersedia, namun Clemmerson (2011) menyatakan bahwa ubi jalar putih, kuning atau ungu yang dikukus/direbus memiliki nilai IG sekitar 50.

### 2.3 Pati

Pati merupakan salah satu jenis polisakarida yang terdapat banyak di alam terutama pada tumbuh-tumbuhan. Pati tersusun atas amilosa, amilopektin dan material antara seperti lemak dan protein. Amilosa merupakan polisakarida yang linier sedangkan amilopektin adalah yang bercabang. Tiap jenis pati tertentu disusun oleh kedua fraksi tersebut dalam perbandingan yang berbeda-beda. Pada pati jenis yang rekat amilosa dalam pati berkisar 20-30% (Sudarmadji *et al.*, 2003).



Gambar 2. Struktur lengkap pati  
Sumber: Lehninger (1997)

Berdasarkan kemudahannya untuk dicerna dalam saluran pencernaan, pati dapat diklasifikasikan menjadi pati yang dapat dicerna secara cepat (*rapidly digestible starch* atau RDS), pati yang dicerna secara lambat (*slowly digestible starch* atau SDS), dan pati resisten (*resistant starch* atau RS). Pati cepat terhidrolisis (RDS) merupakan fraksi pati yang menyebabkan terjadinya kenaikan glukosa darah setelah makanan masuk ke dalam saluran pencernaan waktu hidrolisisnya 10-20 menit, sedangkan pati lambat cerna (SDS) adalah fraksi pati yang dicerna

sempurna dalam usus halus dengan kecepatan yang lebih lambat dibandingkan dengan RDS waktu yang diperlukan biasanya 20-100 menit. Contoh SDS adalah pati sereal dan produk pasta (Berry, 1986).

## **2.4 Pati Termodifikasi**

Pati merupakan salah satu zat gizi penting dalam diet sehari-hari. Selain digunakan dalam industri pengolahan pangan pati juga digunakan dalam industri seperti kertas, lem, tekstil, glukosa, sirup fruktosa, dan lain-lain. Pada umumnya tersusun atas 25% amilosa dan 75% amilopektin. Terdapat 2 jenis pati yang dikenal dalam dunia pemasaran pati yaitu pati alami atau pati tanpa modifikasi dan pati termodifikasi. Pati yang belum dimodifikasi adalah semua jenis pati yang dihasilkan oleh pabrik pengolahan dasar misalnya tapioka. Pati alami memiliki beberapa kendala jika dipakai sebagai bahan baku industri pangan maupun non pangan.

Menurut Pomeranz (1985) kendala yang dihadapi pati alami pada saat proses pengolahan yaitu menghasilkan suspensi pati dengan viskositas dan kemampuan membentuk gel yang tidak seragam (konsisten), tidak tahan suhu yang tinggi, pati alami tidak tahan terhadap kondisi yang asam, pati alami tidak tahan terhadap proses mekanis, kelarutan pati terbatas di dalam air, dan pati alami mudah

mengalami sineresis (pemisahan air dari struktur granulanya) akibat terjadinya retrogradasi pati, terutama ketika penyimpanan dingin.

Kendala-kendala tersebut menyebabkan penggunaan pati alami menjadi sangat terbatas. Dilain pihak, industri pengguna pati menginginkan pati yang memiliki kekentalan yang cukup baik di kondisi panas maupun dingin, mempunyai ketahanan yang baik terhadap perlakuan mekanis dan daya pengentalannya tahan pada kondisi asam dan suhu tinggi. Modifikasi pati dapat dilakukan dengan perlakuan enzimatik, kimia dan fisik sehingga dapat merubah satu atau lebih dari sifat asalnya seperti suhu awal gelatinisasi, ketahanan oleh pemanasan, pengasaman dan pengadukan, dan kecenderungan retrogradasi. Perubahan dapat terjadi tanpa merubah penampakan dari granulanya. Metode yang banyak digunakan untuk memodifikasi pati adalah modifikasi dengan asam (kimia) dan modifikasi dengan enzim (Hidayat *et al.*, 2009). Modifikasi dengan asam dilakukan menggunakan asam klorida. Mula-mula pati dicampur dengan asam klorida pada suhu 37°C dan dipanaskan, lalu ditambahkan dengan etanol 80% dan dilakukan pemisahan untuk memisahkan pati yang telah termodifikasi dari bagian cairan. Endapan pati kemudian dicuci dengan air sampai bebas ion klorida dan dikeringkan sampai kadar air 10% (Hidayat *et al.*, 2009). Pati yang dihasilkan melalui modifikasi asam memiliki sifat sebagai berikut: (1) menurunkan viskositas pasta panas dan menurunkan kekerasan serta kekuatan gel, (2) mengakibatkan penurunan pasta panas lebih cepat dari penurunan kekuatan gel, dan (3) rasio viskositas pasta panas dengan kekerasan dan kekuatan penghancuran gel lebih

tinggi pada pati modifikasi asam dari pati tidak termodifikasi. Pati hasil modifikasi asam memungkinkan penggunaan dalam jumlah yang besar karena modifikasi ini menurunkan viskositas, selain itu akibat dari modifikasi asam yaitu terjadinya pengurangan pembengkakan granula selama proses gelatinisasi (Bechtel, 1950). Contoh aplikasi pati termodifikasi asam ini yaitu pada pembuatan permen serta gel.

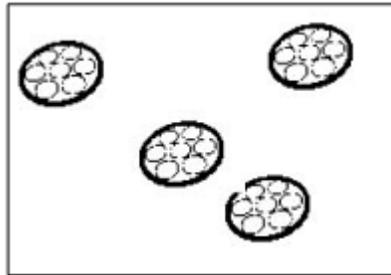
Modifikasi enzimatik salah satunya dapat menggunakan enzim alfa-amilase. Mula-mula larutan pati dipanaskan 37 °C kemudian ditambah buffer fosfat pH 6,9, serta ditambahkan larutan enzim alfa-amilase, dan dibiarkan bereaksi. Selanjutnya campuran dipanaskan dan ditambah etanol 80%. Campuran kemudian disentrifusi dan endapan pati yang diperoleh dipisahkan, dicuci dan dikeringkan sampai kadar air 10%. Modifikasi secara enzimatik sangat dipengaruhi oleh ukuran granula karena perbedaan permukaan. Modifikasi ini akan menghasilkan pati dengan sifat yaitu (1) viskositas yang stabil pada suhu rendah dan tinggi dan (2) berat molekul yang rendah (Hidayat *et al.*, 2009).

Modifikasi secara fisik dapat dilakukan dengan penggunaan suhu. Perlakuan suhu ditujukan untuk memperoleh pati resisten atau pati tahan cerna. Suhu yang digunakan pada proses pengolahan untuk menghasilkan pati resisten ini pada umumnya di atas suhu gelatinisasi pati. Cara lain untuk memperoleh pati resisten yaitu dengan cara simultan melalui proses pengeringan dengan menggunakan alat seperti *drum driers* atau *extruder* (Sajilata, *et al.*, 2006). Proses pemanasan

dan pendinginan dapat mempengaruhi karakteristik pati resisten. Kusnandar (2011) melaporkan proses produksi pati resisten akan optimal pada titik suhu gelatinisasi yaitu suhu 120°C selama 20 menit dan kemudian melalui proses pendinginan pada suhu ruang. Proses pendinginan pati yang telah tergelatinisasi akan mengubah struktur pati tersebut. Perubahan tersebut akan membentuk pati teretrogradasi yaitu pati dengan kristal baru yang tidak larut. Proses gelatinisasi dan retrogradasi pada pengolahan bahan berpati, menyebabkan pati memiliki ketahanan terhadap pencernaan yang dilakukan oleh enzim amilase didalam usus halus (Englyst dan Cummings, 1987).

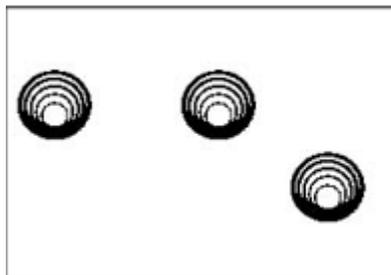
## **2.5 Pati Resisten (*Resistant Starch* atau RS)**

Pati resisten (RS) merupakan pati yang tidak dapat tercerna (resistan) dalam saluran sistem pencernaan manusia (Birkett, 2007). Pati resisten diklasifikasikan menjadi 4 tipe yaitu RS-1, RS-2, RS-3 dan RS-4. Secara umum pati resisten (RS) dapat ditemui secara alami maupun setelah dilakukan pengolahan terhadap bahan hasil pertanian. RS-1 merupakan pati yang secara fisik posisinya terperangkap oleh komponen lain seperti protein dan lemak didalam bahan pangan, sebagai contoh adalah pati pada jagung dan padi yang digiling kasar. kandungan RS-1 dapat dinaikkan dan dikurangi melalui proses pengolahan (Sajilata *et al.*, 2006). Struktur dari RS-1 dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Struktur pati resisten tipe 1  
Sumber: Sajilata *et al.* (2006)

RS-2, resisten terhadap proses pencernaan karena struktur granula serta arsitektur molekulnya yang memiliki struktur kompak membatasi aksesibilitas enzim pencernaannya, seperti pisang mentah dan kentang mentah. Pati resisten tipe 2 resistensinya dipengaruhi oleh pengolahan. Pemasakan secara sempurna dapat menurunkan kandungan pati resisten tipe 2 (Sajilata *et al.*, 2006). RS-2 dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Struktur pati resisten tipe 2  
Sumber: Sajilata *et al.*, 2006

Pati resisten tipe 3 merupakan pati teretrogradasi yang terbentuk saat bahan pangan yang mengandung pati dipanaskan dan didinginkan secara berulang (Leu *et al.*, 2003). Retrogradasi merupakan suatu proses penggabungan kembali komponen pati untuk membentuk struktur kristal (Wurzburg, 1989). Retrogradasi mengakibatkan perubahan sifat gel pati diantaranya meningkatkan

ketahanan pati terhadap hidrolisis enzim amilolitik, menurunkan kemampuan melewati cahaya (transmisi) dan kehilangan kemampuan untuk membentuk warna kompleks berwarna biru dengan iodine. Faktor yang mendukung terjadinya retrogradasi adalah temperatur yang rendah, konsentrasi amilosa yang tinggi dan adanya ion-ion organik tertentu (Jane, 2004).

Pati resisten tipe 3 dapat dibentuk dan ditingkatkan dengan pemanasan yang diikuti pendinginan secara berulang (Kingman and Englyst, 1994). Hal tersebut terjadi karena pati yang tergelatinisasi kemudian didiamkan beberapa lama akan mengalami perluasan daerah kristal sehingga mengakibatkan pengerutan struktur gel yang biasanya diikuti dengan keluarnya air dari gel (BeMiller dan Whistler, 1996). Pati tersebut tidak memiliki energi kinetik yang cukup tinggi untuk mencegah kecenderungan molekul-molekul amilosa untuk berikatan satu sama lain. Karena itu terjadi semacam jaring-jaring yang membentuk mikrokristal dan mengendap (Winarno, 2004).

RS-4 merupakan pati hasil modifikasi secara kimia atau pati hasil repolimerasi seperti halnya terbentuknya ikatan silang pada rantai polimer (Sajilata *et al.*, 2006). Beberapa faktor yang mempengaruhi RS dalam bahan pangan yaitu sebagai berikut: proses pengolahan, ukuran partikel dan senyawa lain yang terkandung dalam bahan.